

Diseño y optimización de sistemas de transformación y conservación de naranja variedad “Canoneta” de la Serra Nord mallorquina para obtención de naranja IV gama

Díaz-Barcos, V¹⁾, Correa, E.C.¹⁾, Callejo, M.J.²⁾, Chaya, C.³⁾. González, M.C.²⁾; Barceló, A.

¹⁾ Dpto. Ciencia y Tecnología Aplicadas a la Ingeniería Técnica Agrícola (E.U.I.T.Agrícola- U.P.M)

virginia.diaz@upm.es;

²⁾ Dpto. Tecnología de Alimentos (E.T.S.I.Agrónomos- U.P.M)

³⁾ Dpto. Estadística y Métodos de Gestión en Agricultura (E.T.S.I.Agrónomos- U.P.M)

Resumen(Abstract)

Este trabajo muestra el efecto de diferentes tipos de procesado sobre la vida útil de naranjas mínimamente procesadas de la variedad “Canoneta”. Las naranjas peladas de manera mecánica o semimanual fueron envasadas en dos atmósferas (vacío parcial y 20% CO₂+ 80% N₂) y se almacenaron durante 10 días a 4°C y a 8°C. Los análisis sensoriales, microbiológicos y físico-químicos identificaron el pelado semi-manual como el menos idóneo de los métodos de pelado y se estableció 7 días como la vida útil máxima para un producto aceptable desde el punto de vista sensorial.

This paper reports the effects of different types of process on the shelf life of minimally processed oranges of the variety “Canoneta”. The oranges, mechanically or semi-mechanically peeled, were packaged in two different atmospheres (partial vacuum and 20% CO₂+ 80% N₂). The packs were stored for 10 days at 4 and 8°C. Three pack of each treatment were opened at 0, 1, 3, 6, 7 and 10 days for subsequent microbiological, physico-chemical and sensorial analysis. The results obtained identified the semi-mechanical method as the less adequate for minimally orange processing and allowed to establish a maximum shelf life period of 7 days in order to maintain a product acceptable from a sensory point of view.

Palabras Clave(Keywords)

Atmósfera modificada (modified atmosphere); naranjas (oranges), productos mínimamente procesados (minimally processed product); vida útil (shelf life)

1. Introducción. Objetivos

Las actuales tendencias en el consumo de productos alimentarios en Europa y Estados Unidos indican un creciente interés por los productos listos para el consumo debido a la modificación de las pautas de vida de los consumidores. El consumidor no sólo busca facilidad y rapidez en la preparación del alimento sino que este mantenga las características propias de un alimento fresco y un sabor natural [1]. Las frutas y verduras mínimamente procesadas son la respuesta del sector hortofrutícola a estas nuevas necesidades del

consumidor, productos con mayor valor añadido que han permitido la diversificación y promoción de la industria de procesado de frutas y hortalizas [2]. Las naranjas presentan características morfológicas y fisiológicas ideales para su presentación como productos mínimamente procesados [1], productos a los que se les añade valor comercial empleando materias primas con sello de identidad propio como es el caso de la naranja de la variedad “*Canoneta*” de la Serra Nord mallorquina.

El objetivo de este trabajo es estudiar la influencia de diferentes factores de procesado, pelado, atmosfera de envasado y temperatura de almacenamiento, en la obtención de naranja “*Canoneta*” mínimamente procesada, evaluando sus características sensoriales, microbiológicas y físico-químicas.

2. Materiales y métodos

2.1. Producto elaborado a escala piloto

El producto de IV gama elaborado en la Planta Piloto de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid (U.P.M.) fue naranja entera pelada, mínimamente procesada y refrigerada, utilizando como materia prima naranja de la variedad “*Canoneta*”, originaria de la Sierra Nord mallorquina. El proceso de elaboración se desarrolló según los siguientes pasos: calibrado de las naranjas, pelado, aplicación de solución antioxidante, secado, envasado y almacenamiento.

Inicialmente las naranjas fueron clasificadas en dos grupos atendiendo a su tamaño: 1) calibre 49-56 mm (correspondiente al calibre naranja corazón), y 2) calibre 57-62 mm. Las primeras fueron sometidas a pelado mecánico y las segundas a pelado semi-manual. En el pelado mecánico, mediante la acción de las cuchillas del equipo de pelado se eliminó el flavedo, el albedo y una pequeña porción periférica de gajos de la naranja. El pelado semi-manual se realizó combinando el pelado mecánico con un acabado manual. Mediante procedimiento mecánico se eliminó el flavedo de la naranja y posteriormente, conservando los polos, se realizaron cortes sobre el albedo. A continuación, las naranjas se dispusieron en una solución de agua a 30°C con zumo de limón (pH=4) durante 10 minutos. Transcurrido este tiempo, las naranjas se pelaron a mano separando el albedo desde el ecuador hasta los polos evitando dañar los gajos.

Para la aplicación de la solución antioxidante las naranjas, una vez peladas, se sumergieron durante 5 minutos en agua a 5°C, y posteriormente, durante el mismo tiempo y temperatura, en una solución de agua destilada con una concentración de un 1% de ácido ascórbico, 1% de ácido cítrico y 0,5% de CaCl₂.

Previo a su envasado, las naranjas fueron sometidas a secado bajo refrigeración durante 15 minutos. Transcurrido este tiempo, las naranjas se colocaron en bandejas y el conjunto se envolvió en bolsas de plástico (PA/PE 20/80), con permeabilidad al oxígeno de 50 cm³/m²dbar (a 23°C/0% H.R) y permeabilidad al vapor de agua de 2,3 g/m²dbar (a 23°C/85% H.R). Se utilizaron dos tipos de atmósferas modificadas: 1) vacío parcial al 70% (de aquí en adelante atmósfera vacío parcial), y 2) 20% de CO₂ y 80% de N₂ (atmósfera gas). Las muestras así envasadas fueron distribuidas en dos cámaras de conservación industriales a temperaturas de 4°C y 8°C.

Tabla 1. Tratamientos e identificación de muestras.

Muestra	Pelado	Atmósfera	Tª	Muestra	Pelado	Atmósfera	Tª
A	mecánico	Vacío parcial	4°C	E	semi-manual	Vacío parcial	4°C
B	mecánico	Vacío parcial	8°C	F	semi-manual	Vacío parcial	8°C
C	mecánico	Gas	4°C	G	semi-manual	Gas	4°C
D	mecánico	Gas	8°C	H	semi-manual	Gas	8°C

El seguimiento de las ocho tratamientos resultantes (ver Tabla 1) se llevó a cabo mediante determinaciones microbiológicas, físico-químicas y sensoriales tras 0, 1, 3, 6, 7 y 10 días de almacenamiento en cámara.

2.2. Métodos de análisis sensorial

Las pruebas de análisis sensorial se realizaron en la Sala de Análisis Sensorial de la EUITA, provista de cabinas normalizadas. Un panel de 9 jueces entrenados evaluó las muestras según diferentes atributos olfativos, de sensación olfato-gustativa y de textura.

Al inicio del estudio (día 0) se llevaron a cabo pruebas triangulares con la finalidad de comprobar si se podía diferenciar el pelado mecánico del semi-manual. Para esta prueba se utilizaron muestras antes de ser envasadas y distribuidas en las cámaras de conservación (muestras blanco). Entre los días 0 y 7 se realizaron pruebas de ordenación según la intensidad de diferentes atributos, en las que los jueces ordenaron individualmente las 8 muestras de naranja según la intensidad creciente de cada atributo. Los atributos evaluados en el análisis sensorial fueron aroma a naranja, aroma extraño/atípico, olor extraño, sabor a naranja, sabor extraño, sabor ácido, sabor vinoso, sabor a fruta pasada, jugosidad y burbujeo.

Adicionalmente, el día 6 se evaluaron de forma independiente las muestras, según la atmósfera de envasado, para los atributos: jugosidad, sabor a naranja, sabor ácido y sabor amargo. El día 7, en las muestras envasadas con atmósfera de mezcla de gases se evaluaron los atributos: burbujeo, sabor extraño, ácido, amargo.

Tanto en las pruebas triangulares del día 0 como en las pruebas de ordenación se identificaron las muestras mediante códigos aleatorios de 3 dígitos. El orden de presentación fue equilibrado en el caso de las pruebas triangulares, y aleatorio en el caso de las pruebas de ordenación para minimizar sesgos debidos a la posición de las muestras.

2.3. Métodos de análisis microbiológicos

Las muestras fueron preparadas y homogeneizadas mediante Stomacher empleando agua de peptona tamponada. Tras las apropiadas diluciones se llevó a cabo el recuento de microorganismos mesófilos y psicótrofos totales, empleando PCA como medio de cultivo, enterobacterias totales en VRBG, coliformes totales en VRBL, bacterias ácido lácticas en MRS y mohos y levaduras en agar cloranfenicol glucosado. La determinación de *Salmonella spp* se realizó según Norma ISO 6579: 2002 y la de *Listeria monocytógenes* mediante el agar cromogénico, CROMagar™ Listeria.

2.4. Métodos de análisis físico-químicos

Los parámetros físico-químicos determinados a lo largo del periodo de estudio fueron, por este orden: composición de la atmósfera de los envases, peso de los frutos, firmeza, pH y °Brix (azúcares)

La composición de la atmósfera de envasado en % de O₂ y CO₂ se determinó, para cada lote de 4 frutos envasados, con el analizador de gas Checkpoint (PBI Dansensor). Posteriormente y una vez abierto el envase los frutos fueron pesados, individualmente, al comienzo de cada uno de los días de ensayo, mediante una balanza AND FX-320 de precisión $\pm 0,01$ g. La caracterización de la firmeza del fruto se llevó a cabo con el equipo TVT-300XP (TexVol Instruments) mediante ensayo no destructivo de compresión en el que cada fruto se comprimió con una sonda acabada en semiesfera de 1 cm de diámetro. La compresión se realizó a una velocidad de 0.5 mm/s hasta provocar una deformación de 3mm, retirándose la sonda a la velocidad de 2.5 mm/s. El parámetro seleccionado para estimar la firmeza de los frutos fue la fuerza máxima registrada (en gramos). A partir del zumo extraído de cada fruto se determinó el pH mediante pH-metro (GLP 21 CRISON) y el contenido en azúcares a partir del índice refractométrico determinado con refractómetro digital (Atago PR-101, ColeParmer Instruments CO, Hurcoa-Erlöss, Madrid).

2.5. Métodos de análisis estadístico

Los resultados de las pruebas sensoriales triangulares se analizaron mediante tests sobre proporciones. Los resultados de las pruebas sensoriales de ordenación fueron analizados mediante el test de Friedman [3].

Los resultados de los análisis microbiológicos y físico-químicos se analizaron mediante

ANOVA seguido, en caso necesario, de tests de comparación múltiple de medias. En el caso de los análisis microbiológicos se evaluó, además del efecto debido al tratamiento, la presencia de interacciones de segundo orden entre los factores pelado, atmósfera y temperatura. Se utilizaron los softwares Statistica 6.1 y Statgraphics Plus 5.1.

3. Resultados y discusión

3.1. Resultados del análisis sensorial

3.1.1. Evaluación inicial. Muestras blanco

En la evaluación inicial el panel de jueces no encontró diferencias estadísticamente significativas entre los dos sistemas de pelado respecto al olor ni a la sensación olfato-gustativa.

3.1.1. Pruebas de ordenación según intensidad de atributos

Durante el día 0 los jueces no apreciaron diferencias significativas respecto a ninguno de los atributos evaluados.

En el día 1 se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras para los atributos aroma extraño y aroma a naranja, para un nivel de significación de 0,05. Los tratamientos H y B fueron los que presentaron mayor intensidad de aroma extraño, observándose diferencias estadísticamente significativas entre el primero y los tratamientos E, D y G y entre el segundo y el tratamiento E.

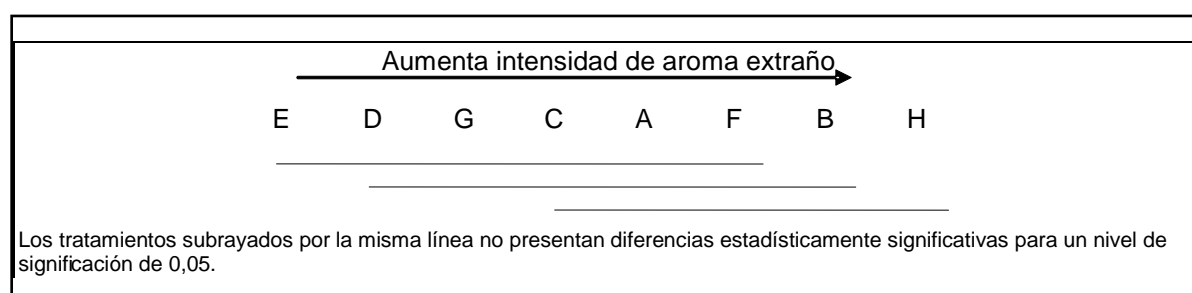


Figura 1. Resultados de la ordenación de los tratamientos según intensidad creciente de aroma extraño (día 1).

Respecto al aroma a naranja, se observa que el tratamiento G, seguido del A, presenta mayor intensidad, diferenciándose ambos significativamente del tratamiento D. Asimismo el tratamiento G es significativamente distinto de los tratamientos B y C respecto a este atributo.

En el día 3, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para ninguno de los atributos evaluados.

En el día 6, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para el atributo sabor a naranja. El tratamiento E presentó mayor intensidad de este atributo seguido del F, encontrando diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento E y los tratamientos H, D, G y A. El tratamiento F presentó diferencias frente a H y D.

En este momento el tratamiento F fue rechazado por los jueces y se eliminó de los ensayos siguientes.

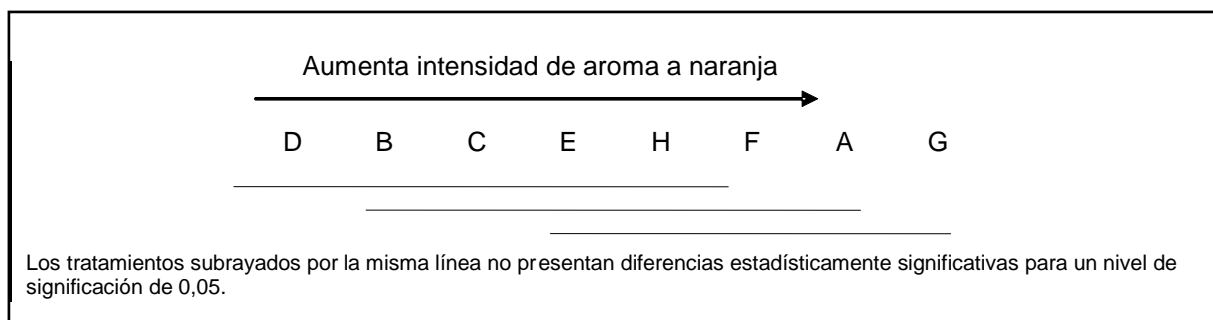


Figura 2. Resultados de la ordenación de los tratamientos según intensidad creciente de aroma a naranja (día1)

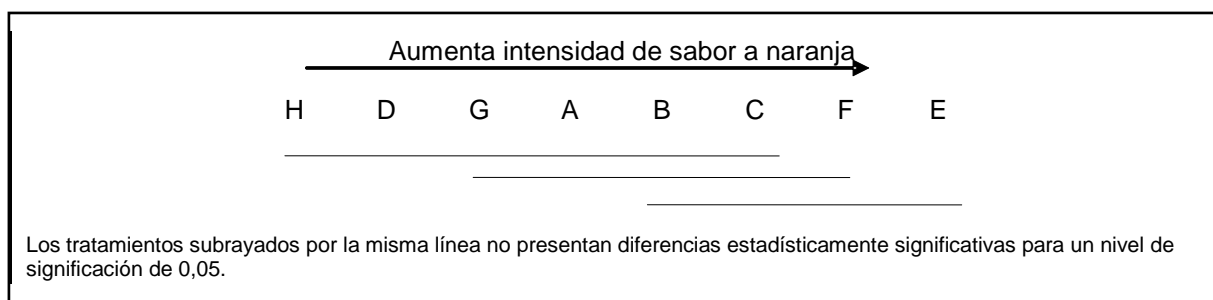


Figura 3. Resultados de la ordenación de los tratamientos según intensidad creciente de aroma a naranja (día 6)

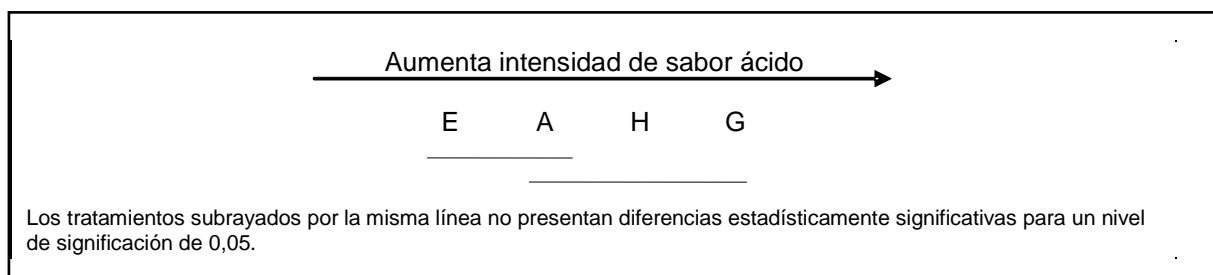


Figura 4. Resultados de la ordenación de los tratamientos según intensidad creciente de sabor ácido (día7).

En el día 7, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los 7 tratamientos ensayados, aunque si se encontró que había diferencias estadísticamente significativas al comparar las muestras A, E, G y H según el atributo sabor ácido. Las

muestras que presentaron mayor intensidad de dicho atributo fueron la G y la H, encontrando diferencias estadísticamente significativas entre G y E y entre H y E.

3.2. Resultados microbiológicos

Durante el periodo de estudio no existió un crecimiento pronunciado de ninguno de los grupos bacterianos analizados. Todos los recuentos microbianos se encontraron por debajo de tres unidades logarítmicas por gramo de producto analizado. Estos datos coinciden con lo encontrado por Restuccia *et al* [2], en naranja cortada mínimamente procesada, en la que el recuento de mohos y levaduras se situó por debajo de 10^3 ufc/g a los 12 días de almacenamiento a 4°C. Pretel *et al* [1], encontraron niveles de 10^3 ufc/g de aerobios mesófilos a los 11 días de almacenamiento a 4°C. Pao y Pettacek [4], en naranjas peladas y tratadas con solución de ácido cítrico tras 14 días de almacenamiento a 4°C determinaron recuentos de 10^4 ufc/g para aerobios mesófilos y de 10^3 ufc/g para mohos y levaduras; el mismo ensayo realizado a 8°C dio como resultado, a los 12 días de almacenamiento, recuentos de 10^8 ufc/g para aerobios mesófilos y de 10^7 ufc/g para mohos y levaduras.

El análisis de varianza de los datos obtenidos en el presente estudio, para los diferentes tratamientos, indicó que la muestra F fue la de mayor contenido microbiano con diferencias significativas superiores frente a las muestras B, C, G y H para el recuento de bacterias mesófilas, a las muestras C, G y H para las bacterias psicótrofas, a las muestras A, C, D, G y H para las bacterias ácido lácticas y a las muestras A, C, D, G y H para mohos y levaduras. La muestra F fue rechazada durante el análisis sensorial en el día 7 del estudio.

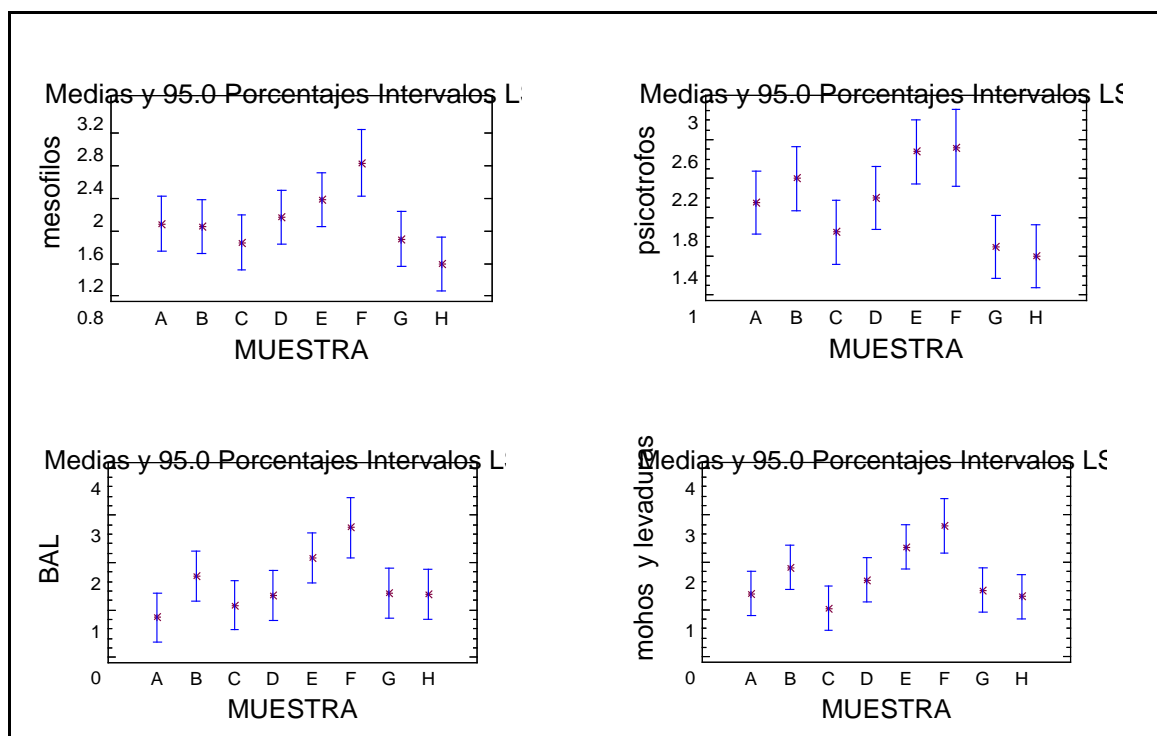


Figura 6. Comparación de tratamientos para los recuentos microbianos de las diferentes muestras analizadas

La segunda muestra que presentó los mayores recuentos microbianos fue la E, naranjas que junto a las identificadas como F fueron procesadas con pelado semi-manual y envasado en vacío parcial, aunque sus respectivas temperaturas de almacenamiento fueron de 4°C para la primera y de 8°C para la segunda.

En ninguna de las muestras se apreció niveles importantes de enterobacterias ni de microorganismos coliformes.

Analizando la influencia de factores de procesado sobre el crecimiento de los microorganismos mesófilos y psicrótrofos se obtuvo una interacción significativa ($p < 0,05$) entre el tipo de pelado y la atmósfera de envasado apreciándose que el pelado semi-manual incrementa de manera notable el contenido de estos microorganismos, especialmente si el envasado se realizó en atmósfera de vacío parcial.

En el crecimiento de bacterias ácido lácticas se determinaron diferencias significativas respecto a la atmósfera de envasado y el pelado, afectando de manera más importante al crecimiento la atmósfera de vacío parcial y el pelado semi-manual. En este caso no existió interacción significativa entre estos dos factores, aunque el incremento en el recuento microbiano fue superior en las muestras con pelado semi-manual, envasado en atmósfera de vacío parcial y almacenamiento a temperatura 8°C.

El crecimiento de mohos y levaduras se vio claramente afectado por el factor atmósfera de envasado ($p < 0,05$), con recuentos superiores en las muestras en vacío parcial. No se obtuvo una influencia significativa de la temperatura de almacenamiento ni del tipo de pelado en las condiciones ensayadas, aunque el número fue superior en las naranjas sometidas a pelado semi-manual y almacenadas a 8°C.

El factor temperatura no tuvo una influencia significativa sobre el desarrollo de ninguno de los grupos microbianos estudiados.

A lo largo de todo el estudio no se detectó presencia ni de *Salmonella spp.* ni de *Listeria monocytogenes* en ninguna de las muestras analizadas.

3.3. Resultados físico-químicos

La actividad respiratoria de los frutos y la rotura de los tejidos como consecuencia del proceso de pelado provoca una pérdida de peso continuada del producto a lo largo del proceso de almacenamiento. Esta pérdida de peso puede ser hasta del 22.7 % de media para los frutos pelados mecánicamente (de menor integridad física) y refrigerados a 8°C, al final del periodo de almacenamiento en cámara (ver Figura 7)

La presencia de oxígeno en la atmósfera de almacenamiento correspondiente al vacío parcial (ver Figura 10) permite la actividad respiratoria, así tras un único día de almacenamiento las pérdidas de peso alcanzan el 60 % del total, registrándose el 100% de las pérdidas (23,6% pérdida de peso con respecto al peso inicial del fruto) a los 3 días de almacenamiento a 8°C. En el caso de la atmósfera tipo gas la ausencia de oxígeno inhibe la actividad respiratoria de forma que tras 6 días de almacenamiento a 8°C se registran sólo un 2,86% de pérdidas de peso. Las pérdidas totales alcanzarán el 21,8% a los 10 días de almacenamiento como consecuencia de los procesos fermentativos de los azúcares, que se desarrollan a partir de los 6-7 días de almacenamiento (ver Figura 10), y causantes de la aparición de exudados.

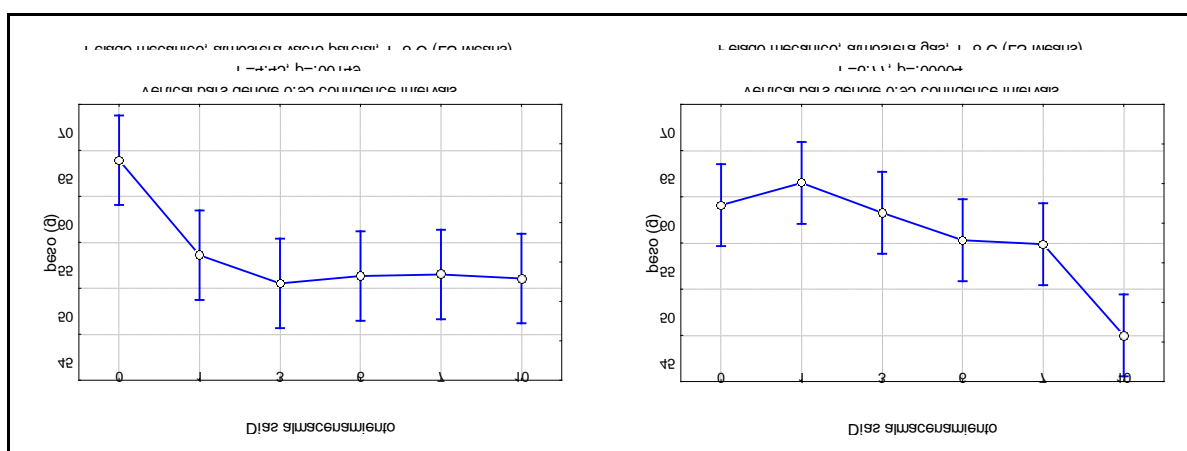


Figura 7. Evolución del peso de los frutos a 8°C para las dos mezclas de gases ensayadas

El pelado semi-manual de las naranjas da lugar a un producto de aspecto muy heterogéneo, con la presencia en la superficie de una mayor proporción del flavedo y de la epidermis que recubre los gajos, lo que hace que estas naranjas sean significativamente más firmes que las sometidas a pelado mecánico (Figura 8.)

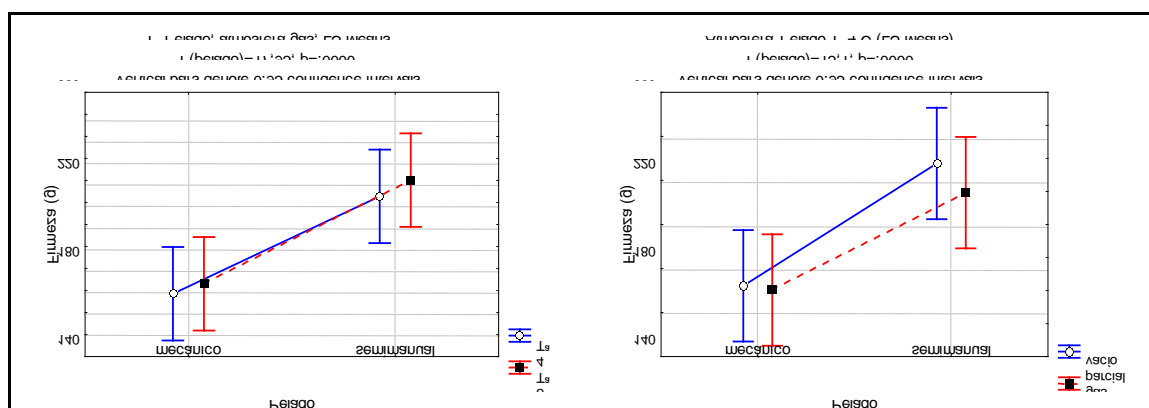


Figura 8. Influencia del sistema de pelado sobre la firmeza de las naranjas

La elevada variabilidad descrita en el lote de naranjas de pelado semi-manual (Firmeza = 219.95 ± 109.17 g) no permite extraer ninguna conclusión de la evolución del parámetro de

firmeza de estas naranjas. Las naranjas de pelado mecánico permitieron obtener un lote mucho más homogéneo. Así las almacenadas a 4 °C y en atmósfera de vacío parcial mantienen su firmeza en torno a los 160g, sin una evolución significativa a lo largo de todo el periodo de almacenamiento. Las naranjas almacenadas a la misma temperatura pero en la atmósfera gas se mantienen tras un primer periodo de almacenamiento mucho más firmes que las almacenadas en vacío parcial y es sólo tras 6 días de almacenamiento en cámara cuando las naranjas experimentan un ablandamiento significativo ($F=4.96$, $p=0.00172$) pasando de una firmeza media de 210 g a 120g (ver Figura 9).

El mismo comportamiento descrito en las naranjas peladas mecánicamente y almacenadas en atmósfera gas a 4°C se repite para las naranjas almacenadas a 8°C, sin embargo la Figura 9 (derecha) muestra como la mayor temperatura de almacenamiento acelera el proceso de degradación del producto adelantándose en este caso el ablandamiento del fruto a los 3 días de almacenamiento en cámara.

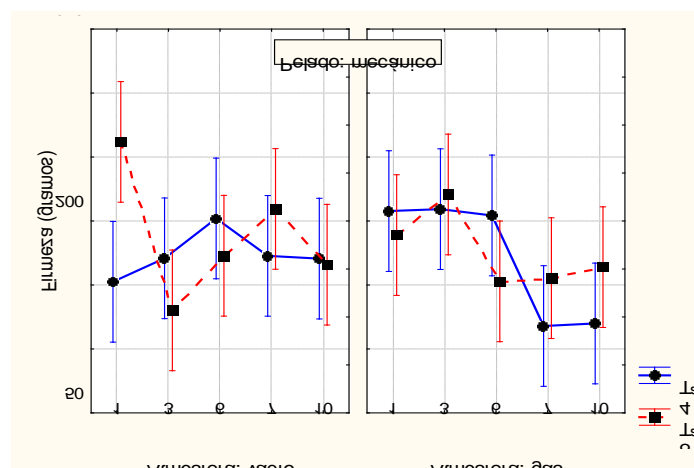


Figura 9. Evolución de la firmeza de las naranjas peladas mecánicamente. El punto o rombo representa la media por mínimos cuadrados y los intervalos verticales el intervalo de confianza al 95%.

La Figura 10 muestra como la atmósfera de vacío parcial permite una velocidad respiratoria del fruto prácticamente constante a lo largo de todo el periodo de almacenamiento y ligeramente mayor para los frutos almacenados a 8°C. En este último caso el pico de CO_2 que se produce tras los 7 días de almacenamiento se deberá al comienzo de procesos fermentativos.

La atmósfera gas con una composición inicial de 0% de O_2 , 20% de CO_2 y 80% de N_2 , inhibe por completo la actividad respiratoria del fruto, el cual experimenta, como se ha visto, menores pérdidas de peso y de firmeza (para periodos cortos de almacenamiento) que en el caso de la atmósfera de vacío parcial. Sin embargo esta composición de la atmósfera

gaseosa no es la idónea para este tipo de productos, ya que en ausencia de O₂ el incremento en los niveles de CO₂ desde el 20% inicial a más del 26% final está relacionada con la aparición de fermentaciones y, por tanto, de aromas y sabores desagradables.

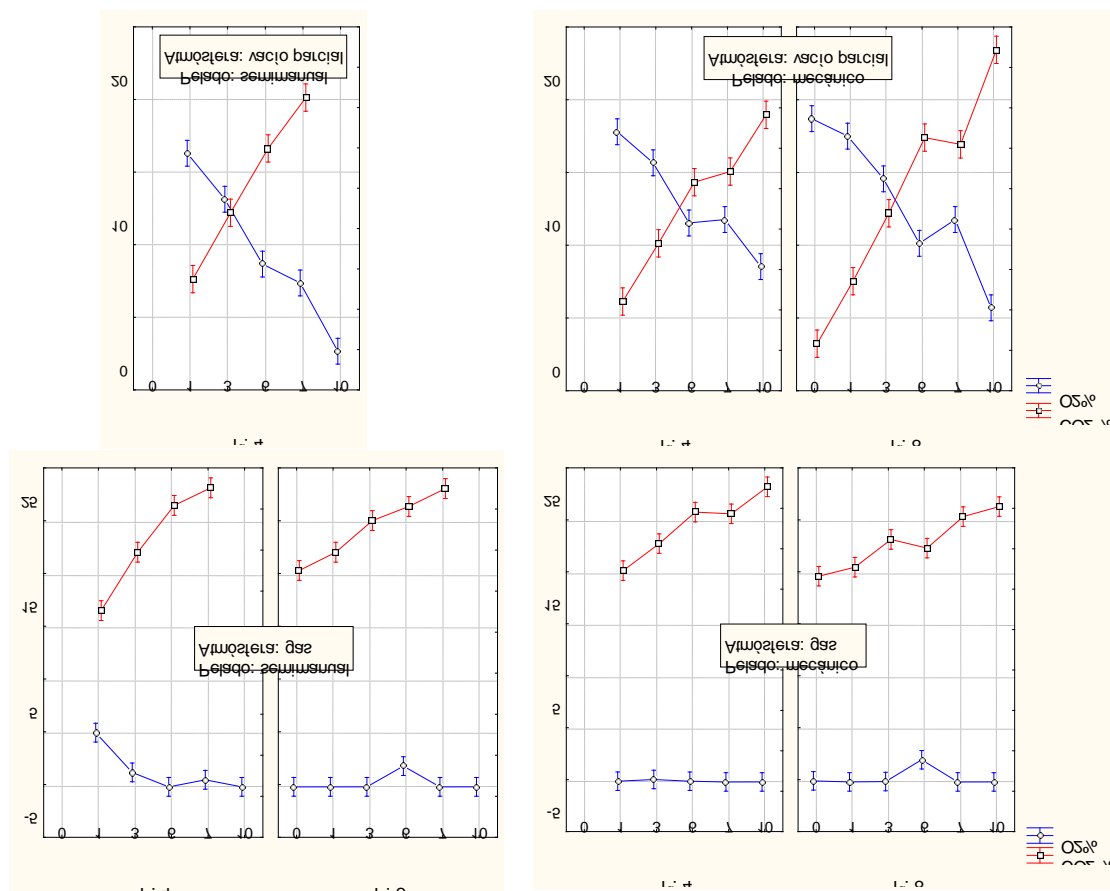


Figura 10. Evolución de la atmósfera de los envases. El punto o rombo representa la media por mínimos cuadrados y los intervalos verticales el intervalo de confianza al 95%.

4. Conclusiones

El factor más influyente en las características microbiológicas, físicas y sensoriales de los productos IV gama de naranja “*Canoneta*” fue el tipo de pelado. La potencial vida útil del producto se ve seriamente disminuida si el proceso de pelado de las naranjas se realiza de forma semi-manual dando como resultado una mayor carga microbiana, firmeza más heterogénea y peores propiedades sensoriales, que las naranjas sometidas a pelado mecánico.

Desde el punto de vista microbiológico el producto es seguro a las temperaturas de almacenamiento ensayadas, al no detectarse *Salmonella spp* ni *Listeria monocytogenes*. Los recuentos microbianos se encontraron por debajo de tres unidades logarítmicas por gramo de producto analizado, ejerciendo la acidez del producto ($pH_{medio}=3.59\pm0.14$) un efecto barrera de conservación.

En las determinaciones sensoriales el incremento de la temperatura de almacenamiento potenció la pérdida de calidad sensorial, llegando a rechazarse a los 6 días de almacenamiento las muestras peladas semi-manualmente y almacenadas a 8°C en atmósfera de vacío parcial.

Si bien desde el punto de vista físico-químico y microbiológico la potencial vida útil de las naranjas “Canoneta” mínimamente procesadas podrían alcanzar 10 días de almacenamiento, se estableció un periodo máximo de 7 días para que el producto fuera sensorialmente aceptable. La aparición de fermentaciones con producción de CO₂ a partir de ese momento podrían ser las responsables, entre otras causas, de esta falta de aceptación sensorial.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido realizado con la cofinanciación de la Universidad Politécnica de Madrid

Referencias

- [1] M. Pretel, P. R. Fernández, F. Romojano, A. Martínez. (1998). The effect of modified atmosphere packaging on ready-to-eat oranges. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 31, 322-328.
- [2] C. Restuccia, C. Randazzo, Caggia C (2006). Influence of packaging on spoilage yeast population in minimally processed orange slices. *International Journal of Food Microbiology*, 109, 146-150.
- [3] O'MAHONY, M. (1986). Sensory Evaluation of Foods: Statistical Methods and Procedures. New York, Marcel Dekker, Inc. 487 p.
- [4] S. Pao, P.D. Patracek. (1997) Shelf life extension of peeled oranges by citric acid treatment. *Food Microbiology*, 14, 485-491.